

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-033104

(43)Date of publication of application : 02.02.1996

(51)Int.Cl.

B60L 3/00
H02M 7/04
H05K 7/20

(21)Application number : 06-160857

(71)Applicant : MEIDENSHA CORP

(22)Date of filing : 13.07.1994

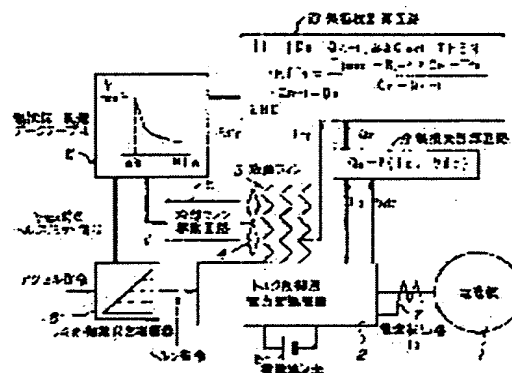
(72)Inventor : WATANABE KATSUYUKI

(54) COOLING METHOD FOR POWER CONVERTER OF ELECTRIC MOTOR VEHICLE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a method for cooling a power converter of an electric motor vehicle in which electric energy to be consumed to drive a cooling fan is saved and noise of the fan can be reduced.

CONSTITUTION: The temperature T_{fn} of a heat dissipating fan 3 mounted at the semiconductor element of a power converter 2 for controlling a motor 1 for an electric motor vehicle and a current value I_1 , a voltage value V_{dc} in continuity with the element are detected, and the junction temperature T_{jn} of the element is estimated. If it is lower than the maximum using set value T_{jmax} , cooling air velocity is controlled to reduce power consumption for driving a cooling fan 4, noise of the fan 4 at the time of a light load is decreased, and traveling distance per one charge can be prolonged.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-33104

(43) 公開日 平成8年(1996)2月2日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 L 3/00	J	7618-3H		
H 0 2 M 7/04	B	9472-5H		
H 0 5 K 7/20	J			

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全5頁)

(21) 出願番号 特願平6-160857

(22) 出願日 平成6年(1994)7月13日

(71) 出願人 000006105

株式会社明電舎

東京都品川区大崎2丁目1番17号

(72) 発明者 渡邊 勝之

東京都品川区大崎二丁目1番17号 株式会

社明電舎内

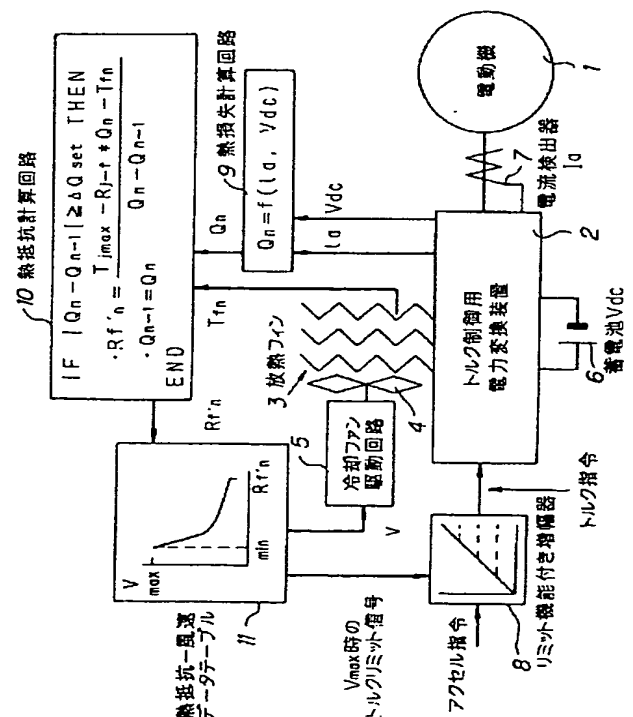
(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 電気自動車用電力変換装置の冷却方法

(57) 【要約】

【目的】 冷却ファンの運転のために消費される電気エネルギーを節約し、冷却ファンの騒音を低減することのできる電気自動車用電力変換装置の冷却方法を提供することを目的とする。

【構成】 電気自動車用電動機1を制御する電力変換装置2の半導体素子に取り付けられた放熱フィン3の温度 T_{jn} と素子に通じる電流値 I_a 、電圧値 V_{dc} を検出し、半導体素子の接合部温度 T_{jn} を推定して、最高使用設定値 T_{jmax} 以下の場合、冷却風速を制御することにより、冷却ファン4を駆動するの為に電力消費を減少させ、軽負荷時の冷却ファン4の騒音を低減させ、1充電当たりの走行距離を延ばすことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電気自動車用電動機を制御する電力変換装置を構成する半導体素子に放熱フィンを取り付け、該放熱フィンに対し冷却ファンから冷却風を供給して冷却する方法において、前記半導体素子の発生する熱損失を、該素子に通じる電流値及び印加される電圧値を用いてリアルタイムで計算することを特徴とする電気自動車用電力変換装置の冷却方法。

【請求項 2】 請求項 1 において計算して求めた熱損失の値及び前記放熱フィンの温度を用いて、前記半導体素子の結合部温度を設定値以下に保つために必要な冷却フィンの過渡熱抵抗をリアルタイムで計算することを特徴とする電気自動車用電力変換装置の冷却方法。

【請求項 3】 請求項 2 において計算して求めた過渡熱抵抗の値以下になるように、前記冷却ファンによる冷却風速を制御することを特徴とする電気自動車用電力変換装置の冷却方法。

【請求項 4】 請求項 2 において計算して求めた過渡熱抵抗の値が実現不可能な場合には、運転者に警告を発すると同時に前記電動機の出力トルクを制限することを特徴とする電気自動車用電力変換装置の冷却方法。

$$T_{j1} = T_0 + (R_{j-f} + R_f) \times Q_1 \quad \dots (1)$$

$$T_{j2} = T_{j1} + (R_{j-f}' + R_f') \times (Q_2 - Q_1) \quad \dots (2)$$

【0005】但し、

T_{j1} , T_{j2} ; 接合部温度 [°C]

T_0 ; 周囲温度 [°C]

Q_1 ; 定常負荷時の半導体素子の熱損失 [W]

Q_2 ; 過負荷時の半導体素子の熱損失 [W]

R_{j-f} ; 半導体素子から放熱フィンまでの定常熱抵抗 [°C/W]

R_f ; 放熱フィンの定常熱抵抗 [°C/W]

R_{j-f}' ; Δt_1 時間後の半導体素子から放熱フィンまでの過渡熱抵抗 [°C/W]

R_f' ; Δt_1 時間後の放熱フィンの過渡熱抵抗 [°C/W]

Δt_1 ; は過負荷時間

【0006】また、半導体素子を可制御の状態とするためには、接合部温度 T_j を最高使用温度 T_{jmax} 以下の状態で使用しなければならないため、式 (3) を満たすような、放熱フィンの定常熱抵抗 R_f と過渡熱抵抗 R_f' をその他の値から算出し、この放熱フィンの構造と、一次冷却方式では放熱フィンに、二次冷却方式では一次冷却媒体の熱交換器に、それぞれ必要な冷却風速を決定する。過渡熱抵抗 R_f' は過負荷時間 Δt_1 における接合部温度 T_j の許容上昇値を何°C とするかにより決定する。

$$T_j \leq T_{jmax} \quad \dots (3)$$

【0007】通常、放熱フィンの熱抵抗を一定に保つため、放熱フィン又は熱交換器には冷却ファンによって常時一定の冷却風が供給される。

【0008】

【請求項 5】 請求項 4 において出力トルクを制限した後、前記過渡熱抵抗の値が実現可能とならないときには、最終的に前記電力変換装置を停止することを特徴とする電気自動車用電力変換装置の冷却方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電気自動車駆動用電動機を制御する電力変換装置を冷却する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電気自動車駆動用電動機を制御するチョッパ回路又はインバータ回路等の電力変換装置に用いられる半導体素子には放熱フィンが設けられているが、定常負荷時と過負荷時とは熱損失が異なるため、過負荷時には、その接合部温度が上昇する。

【0003】例えば、図 2 に示すように、半導体素子の熱損失が、定常負荷時の Q_1 から、過負荷時の Q_2 へと変化するとき、これに応じて、接合部温度は、 T_{j1} から T_{j2} へ上昇する。但し、過負荷時間は Δt_1 とする。ここで、接合部温度 T_{j1} , T_{j2} は、次式で表される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来のように、放熱フィンの熱抵抗を一定に保つため、冷却ファンを常時運転する方式は、電力変換装置の半導体素子が発生する熱損失と周囲温度が設計条件を満たしていれば、半導体素子の接合部温度を常に許容値以下に保つことができる。

【0009】しかし、電気自動車用の電力変換装置に、この冷却方式を採用した場合、次に示すような問題を生じる。

【0010】(1) 通常、電気自動車は、制御装置の電源や冷却ファン等の運転を全て走行用の蓄電池から供給される電気エネルギーによって行っているため、1 充電当たりの走行距離を伸ばすことを考えると、冷却ファンの為に消費される電気エネルギーを無視できない。

【0011】(2) 通常、冷却ファンは、制御装置の電源投入と同時に運転が開始されるため、車両が一旦停止した場合や軽負荷の低速走行の場合には、冷却ファンの騒音が気になる。そこで、これらの問題を解決するため、既に、本発明者は、半導体素子の取り付けられた放熱フィン温度 T_f を検出し、この温度 T_f が設定値 T_{fmax} 以下の場合、冷却風速を減少するように制御する冷却方法について提案した (平成 6 年特許願第 4328 号)。しかしながら、この冷却方法は、設定値 T_{fmax} を、電力変換装置を無負荷の状態から最大負荷で Δt_1 (最大負荷の許容印加) 時間動作させた場合の、放熱フィン表面と半導体素子の接合部との間の温度差 T_{j-f} と、半導体素子の接合部に許容される最高使用温度 T_{jmax} により、式 (4) のように求めるため、設定値 T_{fmax} を実現可能

な値より小さく設定してしまう欠点があった。

$$T_{j\max} = T_{j\max} - T_{j-1} \quad \dots (4)$$

【0012】本発明は、上記従来技術に鑑みてなされたものであり、冷却ファンの運転のために消費される電気エネルギーを節約し、冷却ファンの騒音を低減することのできる電気自動車用電力変換装置の冷却方法を提供することを目的とする。更に、本発明は、半導体素子の取り付けられた放熱フィン温度と半導体素子の熱損失により半導体素子の接合部温度を最高使用温度以下に保つことができるような放熱フィンの熱抵抗を求め、この値を得られるように、冷却風速を制御することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】斯かる目的を達成する本発明の構成は電気自動車用電動機を制御する電力変換装置を構成する半導体素子に放熱フィンを取り付け、該放熱フィンに対し冷却ファンから冷却風を供給して冷却する方法において、前記半導体素子の発生する熱損失を、該素子に通じる電流値及び印加される電圧値を用いてリアルタイムで計算すると共に計算して求めた熱損失の値及び前記放熱フィンの温度を用いて、前記半導体素子の接合部温度を設定値以下に保つために必要な冷却フィンの過渡熱抵抗をリアルタイムで計算し、更に、計算して求めた過渡熱抵抗の値以下になるように、前記冷却ファンによる冷却風速を制御することを特徴とする。

【0014】また、計算して求めた過渡熱抵抗の値が実現不可能な場合には、運転者に警告を発すると同時に前

$$T_{jn} = R_{j-1} \times Q_n + R_{f' n} \times (Q_n - Q_{n-1}) + T_{jn} \quad \dots (5)$$

【0019】但し、

Q_n ；時刻 t_n での半導体素子の熱損失

Q_{n-1} ；時刻 t_{n-1} での半導体素子の熱損失

R_{j-1} ；半導体素子接合部から放熱フィンまでの熱抵抗
[℃/W]

$R_{f' n}$ ；時刻 t_n から Δt_s 時間経過後の放熱フィンの過

$$R_{f' n} \leq (T_{j\max} - R_{j-1} \times Q_n - T_{jn}) / (Q_n - Q_{n-1}) \quad \dots (6)$$

実際の制御では、一定のサンプリング時間 Δt_s で、熱損失 Q_n と放熱フィン温度 T_{jn} を検出し、式 (6) の分母の絶対値 ΔQ を示す式 (7) が設定値以上となった場合のみ、式 (6) に応じて、放熱フィンの過渡熱抵抗 $R_{f' n}$ を変更する。また、次のサンプリング時に使用する熱損失 Q_{n+1} は、毎サンプリングごとに変更するのではなく、放熱フィンの過渡熱抵抗 $R_{f' n}$ が変更されたときのみ変更する。

$$\Delta Q = |Q_n - Q_{n-1}| \quad \dots (7)$$

【0021】放熱フィンの過渡熱抵抗 $R_{f' n}$ の値を実現するために必要な冷却風速 V は、制御装置内に予め用意された放熱フィンの熱抵抗-風速特性により $R_{f' n}$ をパラメータとして決定する。放熱フィンの過渡熱抵抗 $R_{f' n}$ が実現不可能な値となった場合には、運転者に警告を発すると同時に出力トルクを制限し、熱損失を減少

記電動機の出力トルクを制限することを特徴とする。

【0015】更に、出力トルクを制限した後、前記過渡熱抵抗の値が実現可能とならないときには、最終的に前記電力変換装置を停止することを特徴とする。

【0016】

【作用】電力変換装置（チョッパ、インバータ回路等）で用いられる半導体素子の発生する熱損失 Q は、導通損失とスイッチング損失に分類され、これらは次のデータにより、計算することが可能である。

・ON状態での電流電圧特性

・ON状態で素子を流れる電流値 I_a

・OFF状態で素子に印加される電圧 V_{dc}

【0017】電気自動車用電動機を制御する電力変換装置では、電動機のトルク制御を行うための電機子電流検出器及び蓄電池電圧検出器を搭載しているのが一般的である。従って、電力変換装置の構成と半導体素子の特性によって決まる、上記電流値 I_a 及び電圧 V_{dc} をパラメータとして、上記熱損失 Q を制御装置内に予め用意しておけば、リアルタイムで上記熱損失 Q を知ることができる。

【0018】また、過渡熱抵抗 $R_{f'}$ は、次の様にして計算することができる。即ち、半導体素子が熱損失 Q_{n-1} を発生するような負荷で動作していた時に、時刻 t_n で負荷が変化し、熱損失が Q_n に変化したとすると、 Δt_s 時間後の接合部温度 T_{jn} は、次のように推定することができる。

過渡熱抵抗 [℃/W]

T_{jn} ；時刻 t_n での放熱フィン温度 [℃]

【0020】従って、接合部温度 T_{jn} を最高使用温度 $T_{j\max}$ 以下に保つためには、放熱フィンの過渡熱抵抗 $R_{f' n}$ の値は次式を満足していなければならない。

させる。これらの対策によっても、放熱フィンの過渡熱抵抗 $R_{f' n}$ が実現可能な値とならない場合には、最終的に電力変換装置を停止する。

【0022】

【実施例】以下、本発明について、図面に示す実施例を参照して詳細に説明する。図1に本発明の一実施例を示す。

【0023】同図に示すように、電気自動車用電動機1を制御するトルク制御用電力変換装置2を構成する半導体素子には放熱フィン3が取り付けられると共に、放熱フィン3に対して冷却風を供給する冷却ファン4及びその駆動回路5が設けられている。

【0024】電力変換装置2は、電圧 V_{dc} の蓄電池6を備えると共に、電気自動車用電動機1へ供給される電流 I_a を検出する電流検出器7を備えている。電力変換装

置 2 としては、例えば、チョッパ回路、インバータ回路等が使用される。電力変換装置 2 に対して、トルク指令を与えるリミット機能付き増幅器 8 は、通常時はアクセル指令に基づいて出力するが、トルクリミット信号が与えられると、電力変換装置 2 を停止させるリミット機能を有する。

【0025】更に、本実施例では、熱損失計算回路 9、熱抵抗計算回路 10 及び熱抵抗-風速データテーブル 11 が設けられている。熱損失計算回路 9 は、式 (8) に従い、電力変換装置 2 の ON 状態で素子を通る電流値

$$R_{f'n} = (T_{jmax} - R_{j-1} \times Q_n - T_{in}) / (Q_n - Q_{n-1}) \quad \dots (9)$$

但し、 $|Q_n - Q_{n-1}|$ が、式 (10) に示すように予め設定した設定値 ΔQ_{SET} 以上となった場合に限られる。

また、 $Q_{n-1} = Q_n$ のときには計算を中止する。

$$|Q_n - Q_{n-1}| \geq \Delta Q_{SET} \quad \dots (10)$$

【0027】熱抵抗-風速データテーブル 11 は、放熱フィン 3 の過渡熱抵抗 $R_{f'n}$ の値を実現するために必要な冷却風速 V を、予め用意された放熱フィン 3 の熱抵抗-風速特性により $R_{f'n}$ をパラメータとして決定し、冷却ファン駆動回路 5 へ出力する。このように、放熱フィンの過渡熱抵抗 $R_{f'n}$ の値が、上記 (6) 式を満足するため、接合部温度 T_{jn} を最高使用温度 T_{jmax} 以下に保つことが可能となる。

【0028】但し、放熱フィン 3 の過渡熱抵抗 $R_{f'n}$ が実現不可能な値となった場合には、即ち、冷却風速 V の上限値 V_{max} を越える場合には、運転者に警告を発すると同時に出力トルクを制限し、熱損失を減少させる。これらの対策によっても、放熱フィン 3 の過渡熱抵抗 $R_{f'n}$ が実現可能な値とならない場合には、最終的にトルクリミット信号を出力して電力変換装置を停止する。

【0029】

【発明の効果】以上、実施例に基づいて具体的に説明したように、本発明では、電気自動車用電動機を制御する電力変換装置の半導体素子に取り付けられた放熱フィン

I_a 及びその OFF 状態で素子に印加される電圧 V_{dc} に基づいて、一定のサンプリング時間毎に、半導体素子の発生する熱損失 Q_n を計算する。

$$Q_n = f(I_a, V_{dc}) \quad \dots (8)$$

【0026】熱抵抗計算回路 10 は、式 (9) に従い、熱損失計算回路 9 により求められた熱損失 Q_n 及び放熱フィン温度 T_{in} に基づき、一定のサンプリング時間毎に、半導体素子の接合部温度を設定値以下に保つために必要な放熱フィンの過渡熱抵抗 $R_{f'n}$ を計算する。

の温度と素子に通じる電流値、電圧値を検出し、半導体素子の接合部温度を推定して、許容設定値以下の場合、冷却風速を制御することにより、冷却ファン駆動の為の電力消費を減少させ、軽負荷時の冷却ファン騒音を低減させ、1 充電当たりの走行距離を延ばすことができる。

【図面の簡単な説明】

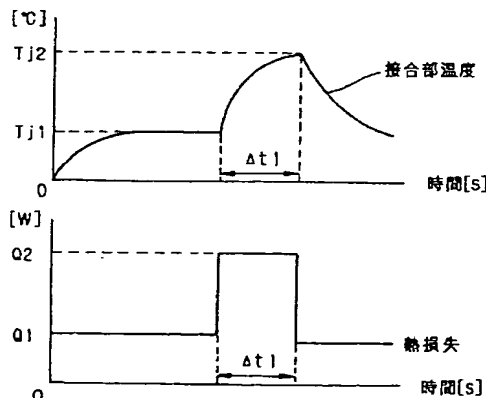
【図 1】本発明の一実施例に係る電気自動車用電力変換装置の冷却方法を実施するために使用する装置構成図である。

【図 2】半導体素子の負荷パターンと結合部温度を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 電気自動車用電動機
- 2 電力変換装置
- 3 放熱フィン
- 4 冷却ファン
- 5 冷却ファン駆動回路
- 6 蓄電池
- 7 電流検出器
- 8 リミット付き増幅器
- 9 熱損失計算回路
- 10 熱抵抗計算回路
- 11 熱抵抗-風速データテーブル

【図 2】



【図 1】

